

PAT-NO: JP02004251733A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 2004251733 A

TITLE: CORE WINDING, ITS MANUFACTURING METHOD, AND VARIABLE RELUCTANCE TYPE ANGLE DETECTOR USING THE CORE WINDING

----- KWIC -----

Abstract Text - FPAR (1):

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a variable reluctance type angle detector using core winding for obtaining the induced voltage output of sinusoidal waves without providing any differences in the core winding for forming the number of turns of the winding wound around a magnetic pole for each turn by conversion, a method for manufacturing the core winding, and the number of turns in output winding.

Abstract Text - FPAR (2):

SOLUTION: In the core winding, winding with the same polarity is continuously wound around the magnetic pole arranged in the peripheral direction of a stator in one direction so that the winding start and end cross each other. A winding is provided for continuously winding in an opposite direction so that the winding start and end cross each other in the remaining winding having a reverse polarity by inverting the winding direction when the winding of the magnetic pole having the same polarity is completed. The variable reluctance type angle detector does not use core winding for output winding, does not give any difference to the number of turns of the output winding, and obtains the induced voltage output of sinusoidal waves.

Document Identifier - DID (1):

JP 2004251733 A

Title of Patent Publication - TTL (1):

CORE WINDING, ITS MANUFACTURING METHOD, AND VARIABLE RELUCTANCE TYPE ANGLE DETECTOR USING THE CORE WINDING

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2004-251733

(P2004-251733A)

(43) 公開日 平成16年9月9日(2004.9.9)

(51) Int.Cl.⁷

G01D 5/245

H02K 3/28

H02K 15/095

H02K 24/00

F1

G01D 5/245 101U

H02K 3/28 J

H02K 15/095

H02K 24/00

テーマコード(参考)

2F077

5H603

5H615

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願2003-41848 (P2003-41848)

(22) 出願日 平成15年2月19日(2003.2.19)

(71) 出願人 000114215

ミネベア株式会社

長野県北佐久郡御代田町大字御代田410
6-73

(74) 代理人 100118670

弁理士 及川 泰嘉

(72) 発明者 青山 順彦

東京都大田区大森西4丁目18番18号

ミネベア株式会社大森製作所内

(72) 発明者 鯨井 裕之

東京都大田区大森西4丁目18番18号

ミネベア株式会社大森製作所内

Fターム(参考) 2F077 AA21 AA46 CC02 FF34 PP26

VV01 VV33

最終頁に続く

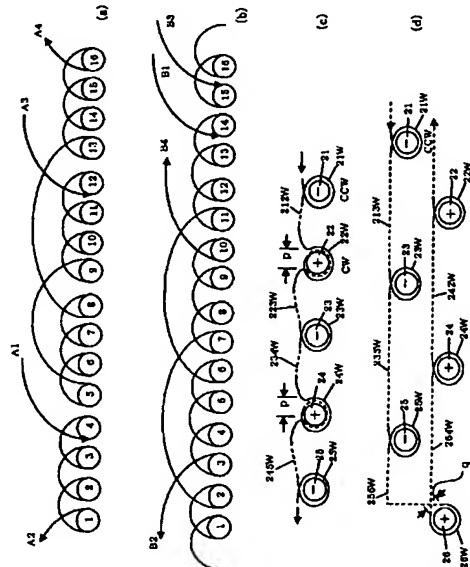
(54) 【発明の名称】 鉄心巻線、その製造方法、および鉄心巻線を用いたバリアブルリラクタンス型角度検出器

(57) 【要約】

【課題】 磁極に巻回する巻線の巻回数が換算で1ターン毎に形成できる鉄心巻線、その製造方法および出力巻線の巻回数に差を設けずに、正弦波の誘起電圧出力を得ることができる前記鉄心巻線を用いたバリアブルリラクタンス型角度検出器を提供することを目的とする。

【解決手段】 鉄心巻線は、固定子の周方向に配置した磁極に、同極性の巻線とその巻き初めと巻き終わりが交差するようにして一方向に連続巻きし、前記同極性の磁極の巻回が終了したら巻回方向を反転して残りの逆極性の巻線をその巻き初めと巻き終わりが交差するようにして逆方向に連続巻きする巻線を設ける。バリアブルリラクタンス型角度検出器は、前記鉄心巻線を出力巻線に用い、出力巻線の巻回数に差を設けずに、正弦波の誘起電圧出力を得るように構成する。

【選択図】 図2



【特許請求の範囲】

【請求項1】

鉄心の周方向に配置した磁極に、同極性の巻線をその巻き初めと巻き終わりが交差するようにして一方向に連続巻きし、前記同極性の磁極の巻回が終了したら巻回方向を反転して残りの逆極性の巻線をその巻き初めと巻き終わりが交差するようにして逆方向に連続巻きする巻線を設けたことを特徴とする鉄心巻線。

【請求項2】

磁極に励磁巻線と2相の出力巻線を設けた固定子と、前記固定子との間のギャップパーミアンスが回転角 θ に対して正弦波状に変化する形状を有する回転子とからなるバリアブルリラクタンス型角度検出器であって、前記出力巻線を請求項1記載の鉄心巻線で構成したことを特徴とするバリアブルリラクタンス型角度検出器。 10

【請求項3】

前記出力巻線の巻回数を同じにしたことを特徴とする請求項1または2記載のバリアブルリラクタンス型角度検出器。

【請求項4】

前記出力巻線の巻回数を、前記励磁巻線の巻回数に変圧比を掛けた値として求めることを特徴とする請求項1乃至3のいずれか1項記載のバリアブルリラクタンス型角度検出器。

【請求項5】

前記変圧比を0.28としたことを特徴とする請求項4記載のバリアブルリラクタンス型角度検出器。 20

【請求項6】

前記変圧比を0.5としたことを特徴とする請求項4記載のバリアブルリラクタンス型角度検出器。

【請求項7】

請求項1記載の鉄心巻線の製造方法であって、同極性の巻線をその巻き初めと巻き終わりが交差するようにして一方向に連続巻きし、前記同極性の磁極の巻回が終了したら巻回方向を反転して残りの逆極性の巻線をその巻き初めと巻き終わりが交差するようにして逆方向に連続巻きすることを特徴とする鉄心巻線の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

30

【発明の属する技術分野】

本発明は、一般的な固定子鉄心および回転子鉄心に適用可能な鉄心巻線および各種ロボット、FA機器等の位置決めを必要とする機器に広く用いられる前記鉄心巻線を用いたバリアブルリラクタンス型角度検出器に関し、特に、1ターンになるように巻線を巻回した鉄心巻線と、その鉄心巻線を用いた出力巻線を各スロットルに対して同じ巻線数巻回し、固定子に対する回転子の形状を所定の形状に形成することにより、正弦波の誘起電圧の発生を可能とするバリアブルリラクタンス型角度検出器に関する。

【0002】

【従来の技術】

従来、レゾルバ又はシンクロ等の検出器はその出力信号形態が（主にSIN波形又はCOS波形に）決まっていることから、そのような出力を得る手段が種々提案されている。 40

【0003】

（従来例1）

例えば、各スロットピッチ毎に順次巻回した巻線グループを直列接続して1相分巻線群を構成したものにおいて、正弦波磁束分布を得るために、1相分巻線群の各スロットにおける巻回数を、1相分巻線群の各スロットの位置毎に正弦波の値を求め、全体の巻線数を前記スロットの位置毎の正弦波の値で分割するようにした検出器が下記特許文献1に示されている。具体的に説明する。図4（a）は特許文献1の前記従来の正弦波磁束を得る手段を説明する図である。

【0004】

50

図4 (a) で示す輪状コア29のスロット30が10個即ち $S=10$ で歯部31の数が10個、かつ、1極対数 P の $2P$ 極のレゾルバの1相分巻線群 y の場合、各スロット30において、1スロットピッチ毎に順次巻線32を巻回し、各スロット30毎に巻線グループ x を前記数 $S=10$ と一致する S 個として直列接続し、この10個の巻線グループ x により1相分の1相分巻線群 y を形成し、この1相分巻線群 y を n 個形成することにより n 相分巻線群 Z を形成する。従って、この n 相分巻線群 Z の形成により、輪状コア29の全周 2π ラジアンにおいては、各スロット30における各巻線グループ x （各スロット30毎に巻線が異なる）毎にパルス状の起磁力が図4 (a) に示す棒グラフのように発生し、各起磁力を近似線で接続すると正弦波磁束 A を得ることができる。

【0005】

10

前記各巻線グループ x と、各巻線グループ x を直列接続した構成の1相分巻線群 y を n 相分巻回した n 相分巻線群 Z は、一般式で表すと、下記の式になる。

【式1】

$$N_{K1} = \frac{W \sin(2\pi P\{(k-1)+1/2\}/S)}{\sum_{i=1}^S \sin(2\pi P\{(i-1)+1/2\}/S)}$$

$$N_{K(n)} = \frac{W \sin(2\pi P\{(k-1)+1/2\}/S + 2\pi(n-1)/n)}{\sum_{i=1}^S \sin(2\pi P\{(i-1)+1/2\}/S + 2\pi(n-1)/n)}$$

20

(従来例2)

上記従来技術の他に、1相分の出力巻線に発生する誘起電圧分布を正弦波分布とするために、出力巻線を各スロットに対して1スロットピッチでかつ正弦波分布状に分布巻きする技術が特許文献2に示されている。具体的に説明する。図4 (b) は特許文献2の前記従来の正弦波磁束を得る手段を説明する図である。

【0006】

図4 (b) のバリアブルリラクタンス型角度検出器では、回転子は固定子との間のギャップパーミアンスが角度 θ に対して正弦波状に変化する形状を有すると共に鉄心のみで巻線を有しない構成を有し、励磁巻線の極数はスロットの数と同一とし、出力巻線は1相分の出力巻線に発生する誘起電圧分布が正弦波分布となるように巻回され、2相で互いに電気角が 90° 異なって各スロット2に1スロットピッチ（スロット飛びを伴うことなく、各スロットに順次巻線を入れる状態）で巻かれた SIN 出力巻線36及び COS 出力巻線37は、その誘起電圧分布が各々正弦波分布となるように分布巻き（その巻線の巻き数（量）も正弦波分布状となる）で構成されている。前記各出力巻線36、37の巻数は、 $SIN\theta$ （ $COS\theta$ ）に比例したターン数でかつその極性（正極又は逆極）は、 SIN 出力電圧38と COS 出力電圧39の各スロット2位置での極性に合うように、励磁巻線40の極性を考慮しつつ決定する。

30

40

【0007】

(従来例3)

また、前記特許文献1および特許文献2に示されている固定子巻線は1スロットピッチ毎に順次巻回する巻線グループを直列接続するので、この従来例は、基本的に図2 (c) に示すように、磁極21から磁極25に向かって、1磁極毎に順番に磁極の極性を切り替える巻線を連続的に巻回する場合、磁極21を左巻きで逆巻（ CCW ）するとき、入口側巻線と出口側巻線が完全に交差するので換算で1ターンを形成でき、1ターン単位で必要巻線数巻回することができる。

【0008】

図2 (c) は、本発明の鉄心巻線の巻線方法を説明する説明図中に対比のために例示され

50

ている従来の巻線方法の説明図である。

【0009】

この磁極21の巻線21wから出た渡り線212wは、次の磁極22に右巻きで正巻(CW)され巻線22Wを形成し更に次の磁極23に向かって出るように巻回されるので、入口側巻線と出口側巻線は図示のようにPの長さ分の隙間を生じ、換算で1ターンにはならなくなる。

【0010】

次に、巻線22Wから出た渡り線223Wは、磁極23を左巻きで逆巻(CCW)して巻線23Wを形成し、更に次の磁極24に向かって出るように巻回されるので、前記磁極21の場合と同様に換算で1ターンを形成でき、1ターン単位で必要巻線数巻回することができる。 10

【0011】

次に、巻線23Wから出た渡り線234Wは、次の磁極24に右巻きで正巻(CW)され巻線24Wを形成し更に次の磁極25に向かって出るように巻回されるので、入口側巻線と出口側巻線は前記磁極22と同様にPの長さ分の隙間を生じ、換算で1ターンにはならなくなる。

【0012】

次に、巻線24Wから出た渡り線245Wは、磁極25を左回りで逆巻(CCW)して巻線25Wを形成し、更に次の磁極に向かって出るように巻回されるので、前記磁極21の場合と同様に換算で1ターンを形成でき、1ターン単位で必要巻線数巻回することができる。 20

【0013】

【特許文献1】特許第3171737号公報(特開平6-229780号)

【0014】

【特許文献2】特許第3182493号公報(特開平8-178611号)

【0015】

【発明が解決しようとする課題】

前記従来例1においては、正弦波磁束分布を得るために、1相分巻線群の各スロットにおける巻回数を、1相分巻線群の各スロットの位置毎に正弦波の値を求め、全体の巻線数を前記スロットの位置毎の正弦波の値で分割するようにしている。 30

【0016】

また、前記従来例2においては、1相分の出力巻線に発生する誘起電圧分布を正弦波分布とするために、出力巻線を各スロットに対して1スロットピッチでかつ正弦波分布状に分布巻きしている。

【0017】

前記従来例1および従来例2においては、固定子の各磁極に巻回する出力巻線はターン数が増えると磁極自体から離れて巻回されることになり、それに伴って1相分巻線群が発生する磁束分布が2P極の正確な正弦波分布とはなりにくく、実用上も補正を要することが多くなる。また、誘起電圧分布を正弦波分布とすることも同様に困難であり、実用上も補正を要することが多くなる。 40

【0018】

また、前記従来例1および従来例2においては、出力巻線の巻回数を正弦波分布にする必要上から、特定の磁極に巻回する巻線グループの最高巻回数が決まれば、他の突極の巻回数は前記最高巻回数より少なくなり、それに伴って、出力巻線の誘導電圧が小さな値に減少することになる。この結果、各巻線群の誘起電圧出力が小さな値のレベルになり、ノイズレベルとの間隔がとりにくくなる。

【0019】

前記ノイズレベルとの間隔を大きくしてダイナミックレンジを大きく確保するために、前記最高巻回数をさらに多くすると、出力巻線は磁極自体から離れて巻回されることになり、それに伴って1相分巻線群が発生する磁束分布が2P極の正確な正弦波分布とはなりに 50

くく、実用上も補正を要することが多くなると共に、巻回数が多くなって膨らんだ巻線グループは、隣接の巻線グループとの間隔を広くとらねばならず、そのため、全磁極の数が制限され、相数が制限されることになる。さらには、隣接の巻線グループとの間隔がとれない場合には巻線機の使用が困難になる。

【0020】

また、磁極に巻回する巻線の巻回数が換算で1ターン毎にならなかったため、磁気特性および出力電圧特性に歪みがでる傾向を有していた。

【0021】

また、前記従来例3においては、上でのべたように巻回されていたので、磁極の極性を前の巻線の極性と逆にする場合には、隙間Pの長さだけ1ターンより短くなり、ターン数での巻線の設計、製造および補正が困難となる問題があった。また、巻線の仕方が連続的ではなく磁極の跳び越しを行うとしても、磁極に対する入口側巻線と出口側巻線の関係が前記従来例のようになっている場合には、上で述べたと同じ問題があった。

【0022】

本発明は、上記各問題点に鑑み、磁極に巻回する巻線の巻回数が換算で1ターン毎に形成できる鉄心巻線、その製造方法および出力巻線の巻回수에差を設けずに、正弦波の誘起電圧出力を得ることができる前記鉄心巻線を用いたバリアブルリラクタンス型角度検出器を提供することを目的とする。

【0023】

【課題を解決するための手段】

本発明は上記目的を達成するために以下の解決手段を採用する。

【0024】

本発明の鉄心巻線は、固定子の周方向に配置した磁極に、同極性の巻線を巻き初めと巻き終わりが交差するようにして一方向に連続巻きし、前記同極性の磁極の巻回が終了したら巻回方向を反転して残りの逆極性の巻線をその巻き初めと巻き終わりが交差するようにして逆方向に連続巻きする巻線を設けたことを特徴とする。

【0025】

また、本発明のバリアブルリラクタンス型角度検出器は、磁極に励磁巻線と2相の出力巻線を設けた固定子と、前記固定子との間のギャップパーミアンスが回転角 θ に対して正弦波状に変化する形状を有する回転子とからなるバリアブルリラクタンス型角度検出器であって、前記出力巻線を請求項1記載の鉄心巻線で構成したことを特徴とする。

【0026】

また、前記出力巻線の巻回数を同じにすることが好ましい。さらには、前記出力巻線の巻回数を、前記励磁巻線の巻回数に変圧比を掛けた値として求めることを特徴とする。

【0027】

また、前記変圧比を0.28または0.5とすることが好ましい。

【0028】

本発明の鉄心巻線の製造方法は、同極性の巻線をその巻き初めと巻き終わりが交差するようにして一方向に連続巻きし、前記同極性の磁極の巻回が終了したら巻回方向を反転して残りの逆極性の巻線をその巻き初めと巻き終わりが交差するようにして逆方向に連続巻きすることを特徴とする。「交差」とは、後述する図3に示すように、磁極の周りに設けたスロットに巻線を巻回した状態を、磁極断面図で表したとき、入口側巻線（巻き始め）と出口側巻線（巻き終わり）が重なることを意味する。

【0029】

【発明の実施の形態】

本発明の実施の形態を以下図面に基づいて詳細に説明する。

【0030】

（第1実施例）

図1は本発明の固定子と回転子の構成図であり、図1(a)は固定子と回転子を組み合わせた状態の断面図（一部省略）、図1(b)は回転子の断面図を示す。

10

20

30

40

50

【0031】

(固定子)

固定子17には、環状のヨークの内周に磁極17bを挟んで等間隔にスロット17aが必要数形成されている。固定子17の磁極17bおよびスロット17aは、その内周に必要数設けられるが、図1(a)では、その一部だけが示され、他は省略されている。

【0032】

回転子18は、鉄心のみで巻線を有しない構成とする。

【0033】

固定子17のスロット17aには、励磁巻線と出力巻線を収納する。励磁巻線の極数は磁極17bの数と同一にする。

10

【0034】

本発明では出力巻線の巻回数をすべて同じにすることを特徴とする。この図1(a)の実施例においても、固定子17の各磁極17bに巻回される出力巻線の巻回数はすべての磁極17bで同じ巻回数に設定される。前記出力巻線の巻回数は、出力巻線の最大出力電圧と励磁巻線の励磁電圧との比である変圧比によって求める。前記「変圧比」は、日本電機工業会技術資料JEM-TR187に定義されている。実用上、変圧比を0.28又は0.5およびその周辺の値とすることが好ましい。これにより出力巻線の誘起電圧を実用上ノイズを問題としなくてもよい程度の値にすることが可能となる。

【0035】

(第2実施例)

20

次に、固定子17のスロットの数が16スロットの第2実施例について説明する。磁極とコイル巻数の関係を表1から表3に示す。

【0036】

【表1】

励磁巻線

コイル入れ順序	磁極No	コイル巻数	コイル巻き方向
1	1	29	CW
2	2	29	CW
3	3	29	CCW
4	4	29	CCW
5	5	29	CW
6	6	29	CW
7	7	29	CCW
8	8	29	CCW
9	9	29	CW
10	10	29	CW
11	11	29	CCW
12	12	29	CCW
13	13	29	CW
14	14	29	CW
15	15	29	CCW
16	16	29	CCW

30

40

【0037】

【表2】

出力巻線(cos)

コイル入れ順序	磁極No	コイル巻数	コイル巻き方向
17	4	69	CCW
18	3	69	CCW
19	2	69	CCW
20	1	69	CCW
21	12	69	CCW
22	11	69	CCW
23	10	69	CCW
24	9	69	CCW
25	5	69	CW
26	6	69	CW
27	7	69	CW
28	8	69	CW
29	13	69	CW
30	14	69	CW
31	15	69	CW
32	16	69	CW

10

【0038】

【表3】

出力巻線(sin)

コイル入れ順序	磁極No	コイル巻数	コイル巻き方向
33	14	69	CCW
34	13	69	CCW
35	12	69	CCW
36	11	69	CCW
37	6	69	CCW
38	5	69	CCW
39	4	69	CCW
40	3	69	CCW
41	15	69	CW
42	16	69	CW
43	1	69	CW
44	2	69	CW
45	7	69	CW
46	8	69	CW
47	9	69	CW
48	10	69	CW

20

30

【0039】

(巻回方法)

第2実施例は、1スロット毎に順次巻かないで、N極を最初に全部巻き、次に巻く順序を逆にしてS極を巻回する。

40

図2は本発明の巻線の巻回方法を説明する説明図である。図2(a)は前記表2の出力巻線(cos)の巻回方法を説明し、図2(b)は前記表3の出力巻線(sin)の巻回方法を説明する。また、図2(c)は従来例である1磁極毎に順番に磁極の極性を切り替える固定子巻線を連続的に巻回する方法を示し、図2(d)は1磁極毎に順番に磁極の極性を切り替える固定子巻線を連続的に巻回する本発明の巻回方法を示す。

【0040】

従来は、上で述べたとおり、図2(c)に示されるように巻回されていたので、磁極の極性を前の巻線の極性と逆にする場合には、隙間Pの長さだけ1ターンより短くなり、ターン数での巻線的设计、製造および補正が困難となる問題があった。

【0041】

50

また、巻線の仕方が連続的ではなく磁極の跳び越しを行うとしても、磁極に対する入口側巻線と出口側巻線の関係が前記従来例のようにになっている場合には、前記と同じ問題があった。本発明はこれらの問題点を解消する。以下、具体的に説明する。

【0042】

(第3実施例)

(本発明の巻回方法)

本発明の巻回方法は、一般的な固定子鉄心の磁極および回転子鉄心の磁極のいずれにも適用可能である。第3実施例では固定子鉄心の磁極における実施の形態を説明する。まず、巻線の巻き始めと巻き終わりと共に前記隙間Pができないように巻回方向が同じになる磁極を一方方向に連続的に巻回し、一巡したらそこで一度だけ巻回方向を反転し、同じように入
10
口側巻線（巻き始め）と出口側巻線（巻き終わり）と共に前記隙間Pができないように巻回方向が同じになる磁極を逆方向に連続的に巻回する。即ち、同極性の巻線をその巻き始めと巻き終わりが交差するようにして一方方向に連続巻きし、前記同極性の巻線の巻回が終了した状態で巻回方向を反転して残りの逆極性の巻線を同じくその巻き始めと巻き終わりが交差するようにして逆方向に連続巻きする固定子巻線の巻線方法にある。

【0043】

本発明の巻回方法を図2（d）に基づいて説明する。ただし、磁極の極性は図2（c）の従来例と同じとする。

【0044】

図2（d）では、まず、磁極21を逆巻（CCW）する。磁極21を左巻きで逆巻（CCW）した巻線21Wは、入口側巻線と出口側巻線が完全に交差するので換算で1ターンを形成でき、1ターン単位で必要巻線数巻回することができる。次に、巻線21Wから出る渡り線213Wを巻回する磁極23も前記磁極21と同じに左巻きで逆巻（CCW）となるので入口側巻線と出口側巻線が完全に交差するので換算で1ターンを形成でき、1ターン単位で必要巻線数巻回することができる。巻線23Wから出る渡り線235Wを巻回する磁極25も同様に左巻きで逆巻（CCW）する。この磁極25が左巻きの逆巻（CCW）の最後の磁極の場合、磁極25の巻線25Wから出た渡り線256Wは、次の磁極26に右巻きで正巻（CW）することで、巻回方向を反転する。磁極26の巻線26Wから巻回方向を反転して出る渡り線264Wは磁極24に右巻きで正巻（CW）され巻線24Wを形成する。前記渡り線246Wの渡り方向は、前記右巻きの場合の渡り方向、例えば、
20
渡り線213Wの渡り方向と逆になっているので、入口側巻線と出口側巻線が完全に交差することになり換算で1ターンを形成でき、1ターン単位で必要巻線数巻回することができる。
30

【0045】

巻線24Wから出る渡り線242Wは、同じように磁極22に右巻きで正巻（CW）し巻線22Wを形成する。巻線22Wも同様に入口側巻線と出口側巻線が完全に交差するので換算で1ターンを形成でき、1ターン単位で必要巻線数巻回することができる。図2（d）に示した本発明の巻回方法は、巻回方向が反転する磁極26のところでは1ターンにならない隙間qが発生するが、入口側巻線と出口側巻線が重なるので、前記隙間qは前記重なりにより補完され、実用上問題がない程度に換算で1ターンを形成できる。
40

【0046】

本発明は以上述べた巻回方法を基本とするが、更に第4実施例および第5実施例を前記表2および表3に基づいて説明する。

【0047】

(第4実施例)

(出力巻線(c o s)について(表2参照))

図2（a）は表2のc o s出力用出力巻線(c o s)の巻回方法を説明する説明図である。コサイン波形を得るための1相分巻線群を各極毎に4巻線グループで構成する第4実施例について説明する。図2（a）は、磁極17bが16スロット（16磁極）の場合で、右回りに番号をふってある。各極毎の巻線グループは、磁極1～4のグループ、磁極5～
50

8のグループ、磁極9～12のグループ、磁極13～16のグループに分けられている。

【0048】

巻線群の巻き始めA1は、磁極4の左側から入り、磁極4を左巻きで逆巻(CCW)し、入口側巻線と出口側巻線が交差するように渡り線を出し、次の磁極3の巻回も磁極4の場合と同様に磁極3を左巻きで逆巻(CCW)し、入口側巻線と出口側巻線が交差するように渡り線を出す。同極の残りの磁極2および磁極1も同様に左巻きで逆巻(CCW)し渡り線A2を出す。この巻線グループを磁極4から磁極1の順に巻線するのは、左巻きの渡り線が図で左側に出る都合上左向きに巻線することによる。渡り線A2は、前記磁極4～1の巻線グループの巻線方向と同じ巻線グループにとぶ。換言すると、磁極4～1の極性N又はSと同極の巻線グループにとぶ。従って、渡り線A2は、渡り線A3へとぶ。渡り線A3は、磁極12の左側から入り、前記磁極4～1の巻線の場合と同じに、各磁極12、11、10、9の順に、必要ターン数左巻きで逆巻(CCW)した後次の磁極へ渡りまた同じに巻回左巻きで逆巻(CCW)し、これを繰り返して磁極9を必要ターン数左巻きで逆巻(CCW)する。

10

【0049】

この段階で左巻きすべき同極性の磁極はなくなったので、今度は逆極性の磁極に右巻きの正巻(CW)をすることになる。右巻きの場合、渡り線は巻線の右側に出ることになる。このため、磁極9の巻線の渡り線は左側に出るが、次の右巻きの巻線の渡り線が右に出る都合上、磁極9の巻線の渡り線は、逆極性の巻線グループの最も左側の磁極5の右側へとぶ。磁極5を右巻きに正巻(CW)することで巻回方向を反転した後、磁極5の巻線の渡り線は巻回方向を反転して同じ巻線グループの磁極6の右側へとび、同じく右巻きに正巻(CW)する。磁極6の巻線の渡り線は同じく磁極7へとび、同様に右巻きに正巻(CW)し、磁極7の巻回が終わると渡り線を磁極8へ出し、磁極8も同じく右巻きに正巻(CW)する。磁極8の巻線の渡り線は、同極性の巻線グループの最も左側の磁極13の右側にとび、この巻線グループの磁極13、14、15、16を前記磁極5～8の場合と同じに右巻きに正巻(CW)し、巻き終わりA4として巻線端子へ引き出される。

20

【0050】

この図2(a)の巻線方法の場合、巻き方向を反転する磁極5の入口側巻線と出口側巻線の重なり部分が交差しないのを除けば、他の入口側巻線と出口側巻線の重なり部分は交差するので、巻回数は1ターン単位で考えることができ、1ターンに満たない隙間pを考慮する必要がある基本的になくなる。また、前記磁極5の入口側巻線と出口側巻線の重なり部分は、実質的に1ターンを形成しているということができ、1ターン単位で考えても実質的に問題が発生しない。

30

【0051】

(第5実施例)

(出力巻線(sin)について(表3参照))

図2(b)は出力巻線(sin)の巻線方法を示すものであり、前記図2(a)の場合と巻線方法の基本は同じである。異なる点は、巻き初めの磁極と巻き終わりの磁極の位置が前記図2(a)の場合と異なっている点である。

巻き初めB1は、磁極14の左側から入り、磁極14、磁極13、磁極12、磁極11、磁極6、磁極5、磁極4、磁極3の順に左巻きで逆巻(CCW)していく。次に巻き方向を逆転するために、磁極3の巻線の渡り線B2は渡り線B3へとび、磁極15の右側から入り、磁極15を右巻きで正巻(CW)することで巻回方向を反転した後、磁極15の巻線の渡り線を巻回方向を反転して磁極16の右側に出し、その後、磁極16、磁極1、磁極2、磁極7、磁極8、磁極9、磁極10の順に右巻きで正巻(CW)していき、巻き終わりB4が巻線端子へ引き出される。

40

【0052】

この図2(b)の巻線方法の場合、巻き方向を反転する磁極15の入口側巻線と出口側巻線の重なり部分が交差しないのを除けば、他の入口側巻線と出口側巻線の重なり部分は交差するので、巻回数は1ターン単位で考えることができ、1ターンに満たない隙間pを考

50

慮する必要が基本的になくなる。また、前記磁極 15 の入口側巻線と出口側巻線の重なり部分は、実質的に 1 ターンを形成しているということができ、1 ターン単位で考えても実質的に問題が発生しない。

(回転子)

回転子 18 は、その周縁部の形状が、固定子 17 との間のギャップパーミアンスを角度 θ に対して正弦波状に変化する形状に形成されている。

【0053】

図 1 (b) の回転子 18 は、磁極が 2 極の場合の例を示し、磁極となる部分 18 a が後述する数式により形成されている。前記磁極部分 18 a から軸 19 中心で 90° ずれている部分 18 b は、軸 19 から前記 δ が δ_{\min} になる回転子位置までの長さを半径として図 1 (b) のように点線で円を描いたとき、部分 18 b 付近が前記点線から最も離れることになる。

10

【0054】

ロータ形状はエアギャップの逆数が正弦波状に変化するよう決定する。これはステータのコイルの誘起電圧が正弦波状に変化するようするためである。

誘起電圧はパーミアンスの変化に比例、すなわちギャップの逆数に比例するためである。ここで、前記「ギャップ」は、図 1 (a) に示す固定子 17 と回転子 18 の対向する間隔「 δ 」を意味し、例えば、固定子 17 の磁極の先端面と、これと対向する回転子 18 の磁極の外周面との間隔をいう。但し、「 S_r 」は、ステータ内周半径であり、軸 19 からステータ 1 の内周面までの長さをいう。「 δ_{\min} 」は、前記「 δ 」の最小の値を意味する。「 δ_{\max} 」は、前記「 δ 」の最大の値を意味する。「 R_r 」は軸 19 から回転子 18 の外周面までの長さを意味する。これらの関係を表すと図 3 に示す関係になる。図 3 に示すように、 δ は電気角 0° と 360° で δ_{\min} の値をとり、電気角 180° と -180° で δ_{\max} の値をとることが確認できる。

20

【0055】

ここで、エアギャップの逆数を正弦波状に変化させるためエアギャップ δ を

$$\delta = 1 / (\alpha + \beta \cos \theta)$$

と表す。また、エアギャップはステータ半径とロータ半径の差であるから、

$$\delta = S_r - R_r$$

と表せる。これよりロータ半径 R_r は

$$R_r = S_r - \delta = S_r - 1 / (\alpha + \beta \cos \theta)$$

となる。

ここで、 $\theta = 0$ の時の δ を δ_{\min} 、 $\theta = 180$ の時の δ を δ_{\max} と表すと

$$\delta_{\min} = 1 / (\alpha + \beta)$$

$$\delta_{\max} = 1 / (\alpha - \beta)$$

となる。これより、

$$\alpha = ((1 / \delta_{\min}) + (1 / \delta_{\max})) / 2$$

$$\beta = ((1 / \delta_{\min}) - (1 / \delta_{\max})) / 2$$

となる。

【0056】

回転子の形状を前記ロータ半径 R_r により制御することにより、固定子の磁極の巻線数をすべて同じに形成しても、出力巻線から \sin 波出力および \cos 波出力を実用上問題なく出力することが可能となる。

40

【0057】

【発明の効果】

本発明の鉄心巻線およびその製造方法は、巻き方向を反転する巻線の入口側巻線（巻き始め）と出口側巻線（巻き終わり）の重なり部分が交差しないのを除けば、他の入口側巻線と出口側巻線の重なり部分は交差するので、巻回数は 1 ターン単位で考えることができ、1 ターンに満たない隙間 p を考慮する必要が基本的になくなる。また、前記巻線の入口側巻線と出口側巻線の重なり部分は、実質的に 1 ターンを形成しているということができ、

50

1 ターン単位で考えても実質的に問題が発生しない。

【0058】

また、本発明の鉄心巻線を用いたバリアブルリラクタンス型角度検出器は、各出力巻線の巻回数を比較的大きな値の巻回数に統一、即ち、同じ巻回数にできるので、出力巻線の誘起電圧をノイズを問題としなくてもよい程の比較的大きな値にできるとともに、巻線の膨らみが同じにできるので、隣接巻線間の間隔を均一にでき、磁極の数が従来のような最大巻線数の磁極に影響されることが無くなる。

【0059】

また、出力巻線の巻回数がすべて同じなので、回転子の形状の精度を上げることにより、即ち、回転子を固定子との間のギャップパーミアンスが角度 θ に対して正弦波状に変化する形状の精度を上げることにより、他の要因を検討するまでもなく、誘起電圧を正弦波状に整形することが可能になる。

10

【0060】

また、励磁巻線と出力巻線との変圧比を実用上好ましい値に特定することにより、出力巻線の誘起電圧をノイズを問題としなくてもよい程の値にできる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の固定子と回転子の構成図である。

【図2】本発明の巻線の巻回方法を説明する説明図である。

【図3】本発明の回転子の形状を説明する説明図である。

【図4】従来例の固定子巻線を説明する説明図である。

20

【符号の説明】

1、2、3、4、5、6、7、8、9、10、11、12、13、14、15、16、21、22、23、24、25、26 磁極

17 固定子

17a スロット

17b 磁極

18 回転子

18a 磁極部分

18b 部分

19 軸

20 真円

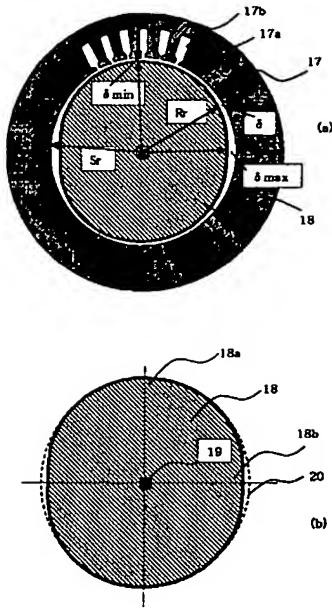
30

21W、22W、23W、24W、25W、26W 磁極

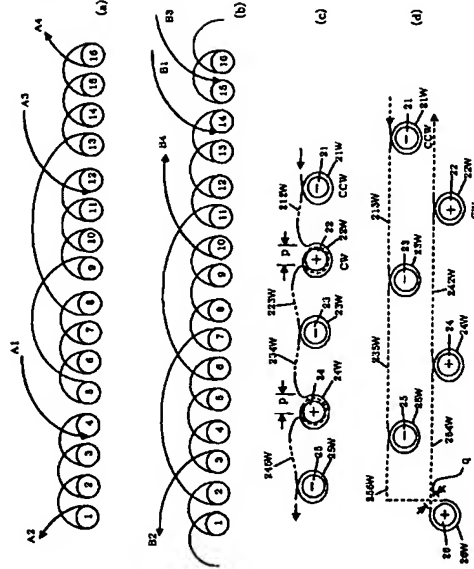
213W、235W、256W、264W、242W、A1、A2、A3、A4、B1、B2、B3、B4 渡り線

p、q 隙間

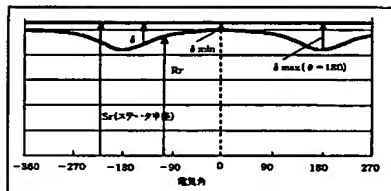
【図 1】



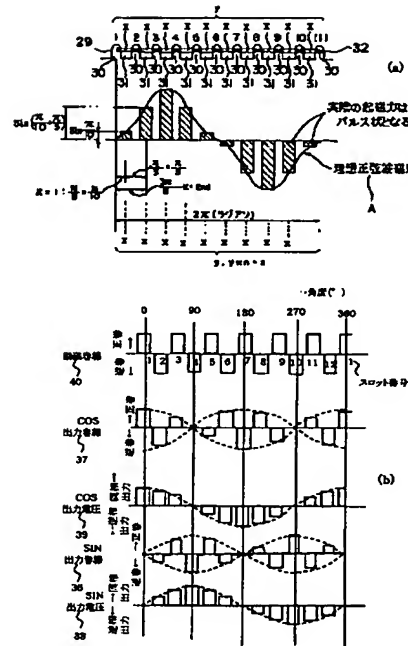
【図 2】



【図 3】



【図 4】



フロントページの続き

Fターム(参考) 5H603 AA01 AA09 CA01 CB01 CB11 CC05 CC17 CD21
5H615 AA01 BB07 BB14 PP01 PP07 PP12 PP16 SS11